

PERENCANAAN WADUK DESEL GUNA PENANGGULANGAN BANJIR PADA SUNGAI BERINGIN, SEMARANG

Alian KuntoroWibowo, Candra Tri Widodo, Suseno Darsono^{*)}, Hary Budienny^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Kota Semarang adalah salah satu kota besar yang berada di daerah pesisir pantai utara Pulau Jawa. Kota ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.763.370 jiwa pada tahun 2016 dan menjadi kota besar nomor lima di Indonesia. Luas Kota Semarang tercatat sebesar 373,80 km². Semarang merupakan salah satu daerah yang rawan terjadi banjir. Masalah utama yang dihadapi di Semarang ini yaitu masalah banjir dengan genangan yang cukup lama. Sungai Beringin merupakan sungai yang secara periodik menyebabkan banjir di kawasan Mangkang, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Seringkali pada musim penghujan tanggul pada sungai Beringin tidak mampu menahan debit air sungai Beringin sehingga tanggul tersebut jebol dan mengakibatkan banjir.

Guna menanggulangi banjir yang terjadi maka dibuatlah sistem pengendalian banjir dengan membuat tampungan berupa embung dan waduk di beberapa daerah hulu sungai Beringin. Dari beberapa bangunan yang akan direncanakan, diperkirakan Waduk Desel merupakan bangunan dengan kapasitas tampungan tertinggi. Sehingga memiliki peran penting dalam penanggulangan banjir sungai Beringin. Perencanaan Waduk Desel meliputi perencanaan kontruksi bendungan dan bangunan pelengkapanya. Perhitungan debit banjir rencana didesain menggunakan debit rencana 100 tahun untuk kontruksi bendungannya dan 50 tahun untuk konstruksi saluran pengelak. Debit banjir rencana yang didapatkan adalah 116,0 m³/s. Pemodelan waduk desel direncanakan menggunakan aplikasi HEC-HMS 4.2 dan Plaxis 8.2. Konstruksi bendungan pada Waduk Desel direncanakan menggunakan tipe urugan dengan ketinggian 50 m dan kelandaian lereng 1:3 yang dapat menampung air dengan volume 9,192,471.87 m³. Proyek ini menelan biaya sebesar Rp 816,503,642,600.00.

Kata kunci : Banjir, Sungai Beringin, Desel, Waduk

ABSTRACT

Semarang city is one of the major city located in the northern coastal areas of Java. The town has a population of 1,763,370 million inhabitants in 2016 and became the fifth major city in Indonesia. Size Semarang recorded at 373.70 km² and is divided into four large drainage system. Semarang is one of the areas prone to flooding. The main problem faced in Semarang is the problem of flooding with inundated puddles. Bringin River is a river that periodically causes flooding in Mangkang area, Tugu sub-district, Semarang city. Often during the rainy season the dike on the Beringin River is not able to withstand the Beringin River flood so that the dikes broken and cause flooding.

^{*)}Penulis Penanggung Jawab

In order to control the flood that occurred then a system are made by making a dam in some upstream areas of the Beringin river. Of the several buildings that planned, it is estimated that Desel Reservoir is the highest capacity building. so that it has an important role in handling the flood of Beringin river. The planning of the Desel reservoir includes the construction of dam and its complementary building. Flood discharge calculations are designed using 100 year plan debits for dam construction and 50 years for diversion tunnel. The flood design discharge is 116,0 m³/s. The Desel reservoir planning is uses the HEC-HMS 4.2 and Plaxis 8.2 program. The dam construction on the Desel basin is planned to use a earthfill with 30 m high and a slope of 1: 3 that can hold 9,192,471.87 m³. This project costs as much as Rp 816,503,642,600.00.

Keywords: *Flood, Beringin River, Desel, Reservoir*

PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia dan kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan. Berdasarkan data dari Kementrian Dalam Negeri, Kota Semarang memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.690.192 jiwa serta luas wilayah adalah 373,78 Km². Dalam perkembangannya, Kota Semarang menjadi tujuan arus urbanisasi dari masyarakat di daerah Jawa Tengah. Hal tersebut membuat kepadatan penduduk di kota Semarang semakin tinggi yang dibuktikan dengan mulai berubah fungsinya lahan-lahan pertanian dan lahan kosong menjadi pemukiman warga. Pembangunan perumahan tidak hanya terjadi di pusat kota Semarang namun mulai menyebar ke daerah pinggiran kota Semarang. Banyak bukit yang tadinya merupakan lahan hijau berubah menjadi blok perumahan. Hal ini membuat kota Semarang mulai kehilangan daerah - daerah resapan air yang berada di hulu - hulu sungai besar yang ada di kota tersebut. Daerah hulu seperti Gunung Pati, Mijen, dan Tembalang yang dahulu memiliki banyak lahan hijau mulai menjadi pemukiman padat. Hilangnya daerah resapan berdampak pada bertambahnya debit banjir dari sungai - sungai yang ada. Keadaan ini pada akhirnya menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir di beberapa wilayah kota Semarang dikarenakan meluapnya debit sungai.

Salah satu sungai di kawasan Semarang Barat yang sering meluap dan menjadi penyebab terjadinya banjir adalah Sungai Beringin. Sungai Beringin yang melewati Kecamatan Mangkang, Kecamatan Tugu, dan pusat kota Semarang sering menjadi penyebab terjadinya banjir dikarenakan debit banjir dari sungai tersebut yang terlalu tinggi dan akhirnya meluap ke pemukiman warga. Guna menanggulangi banjir yang terjadi maka dibuatlah sistem pengendalian banjir dengan membuat tampungan berupa embung dan waduk di beberapa daerah hulu sungai beringin. Embung dan waduk yang termasuk dalam sistem pengendalian banjir sungai beringin adalah sebagai berikut :

1. Embung Kedungpane
2. Embung BSB
3. Embung Wates
4. Embung Tambakaji
5. Embung Wonosari
6. Embung Beringin
7. Waduk Desel

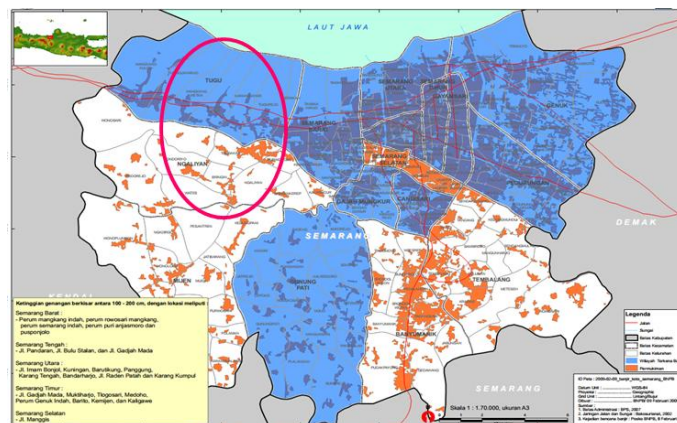
Dari beberapa bangunan yang akan direncanakan, diperkirakan waduk desel merupakan bangunan dengan kapasitas tampungan tertinggi sehingga memiliki peran penting dalam

penanggulangan banjir sungai Beringin. Atas dasar hal tersebut penulis akan berfokus pada Perencanaan Waduk Desel Guna Penanggulangan Banjir Pada Sungai Beringin. Lokasi peninjauan dilakukan di sepanjang Sungai Desel, yang merupakan anak Sungai Beringin. Secara geografis lokasi perencanaan Bendungan Desel terletak di 7°00'22" LS dan 110°20'34" BT.

Secara administratif DAS Desel meliputi beberapa kelurahan di Kecamatan Mijen dan Kecamatan Ngaliyan yaitu Kecamatan Ngaliyan, meliputi: Kelurahan Wates, Kelurahan Beringin dan Kelurahan Ngaliyan. Kecamatan Mijen, meliputi: Kelurahan Jatirejo, Kelurahan Tambangan, Pesantren, Kelurahan Kedungpane, Kelurahan Jatibarang dan Kelurahan Mijen. DAS Bendungan Desel memiliki batas-batas daerah sebagai berikut :

1. Utara : Kecamatan Tugu
2. Timur : Kecamatan Semarang Barat
3. Selatan: Kecamatan Gunung Pati
4. Barat : Kecamatan Ngaliyan

Lokasi wilayah banjir yang akan ditanggulangi dengan WadukDesel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi DAS Bringin

(Sumber: Peta BencanaBanjir Kota Semarang 2009 dan Peta Wilayah Semarang Barat,2016)

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari Perencanaan Bendungan Desel adalah sebagai salah satu upaya pengendalian banjir Semarang Barat.

Tujuan Perencanaan Bendungan Desel antara lain :

1. Mengurangi debit banjir di Sungai Beringin untuk menurunkan resiko meluapnya Sungai Beringin.
2. Memperoleh kapasitas tampungan bendungan desel yang efektif dan efisien sehingga mampu menampung debit banjir yang akan terjadi.
3. Merancang Bendungan Desel.

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan Waduk Desel guna penanggulangan banjir pada Sungai Beringin ini dilakukan dengan metodologi seperti berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap persiapan ini meliputi :

- a. Studi pustaka terhadap materi untuk proses analisis data dan perencanaan.
- b. Menentukan kebutuhan data.
- c. Mendata instansi dan institusi yang dapat dijadikan sumber data.
- d. Pengadaan persyaratan administratif / surat – menyurat untuk pengumpulan data.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang diperlukan dalam perencanaan ini antara lain:

- a. Data curah hujan;
- b. Peta topografi;
- c. Peta tata guna lahan;
- d. Peta tanah; dan
- e. Peta analisa harga satuan kota Semarang.

3. Analisis Hidrologi

Software yang digunakan dalam analisis debit banjir adalah HEC-HMS. HEC-HMS adalah suatu program analisa yang digunakan untuk mencari debit rencana dari tiap penggal sungai dalam suatu DAS. HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Simulation – Hydrologic Modeling System*) adalah *software* yang dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineering.

4. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui aliran air yang melimpah pada bangunan spillway dan saluran pengelak. Data dari hidrolika pada bangunan-bangunan tersebut berfungsi untuk menentukan dimensi bangunan pada Waduk Desel.

5. Perencanaan Teknis

Perencanaan teknis meliputi setiap komponen Waduk, yaitu saluran pengelak, bendungan, pelimpah, dan bangunan-bangunan pendukung lainnya.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang mempengaruhi wilayah DAS Waduk Desel adalah curah hujan. Curah hujan pada suatu daerah adalah salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada wilayah tersebut. Berdasarkan data curah hujan tersebut kemudian dilakukan analisis untuk memperkirakan debit banjir rencana. Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS).
- b. Menentukan curah hujan wilayah.
- c. Menghitung intensitashujan.
- d. Menentukan distribusi curah hujan yang paling tepat.

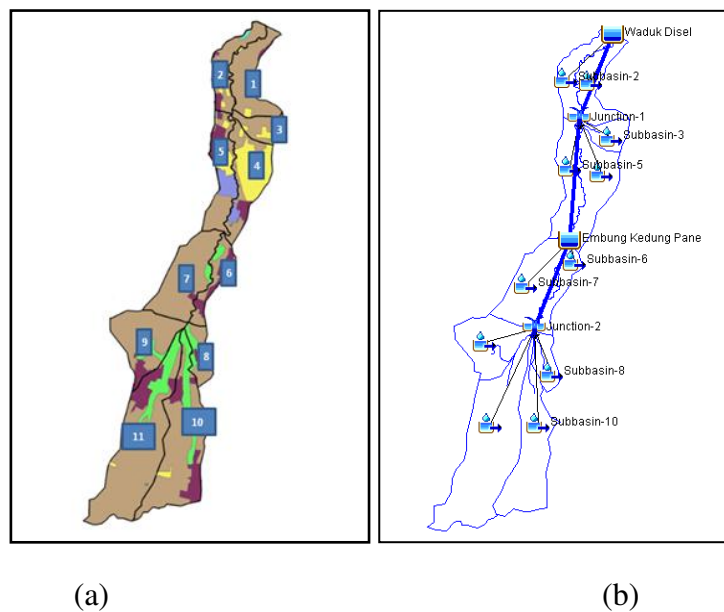
- e. Uji keselarasan *Smirnov Kolmogorov*.
- f. Menentukan curah hujan rencana.
- g. Menentukan debit banjir rencana.

Tipe sebaran yang paling tepat dari data hujan DAS Waduk Desel adalah Log Pearson III. Hasil analisis curah hujan rencana dengan periode ulang 2 s/d 1000 tahun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Rencana DAS Bringin

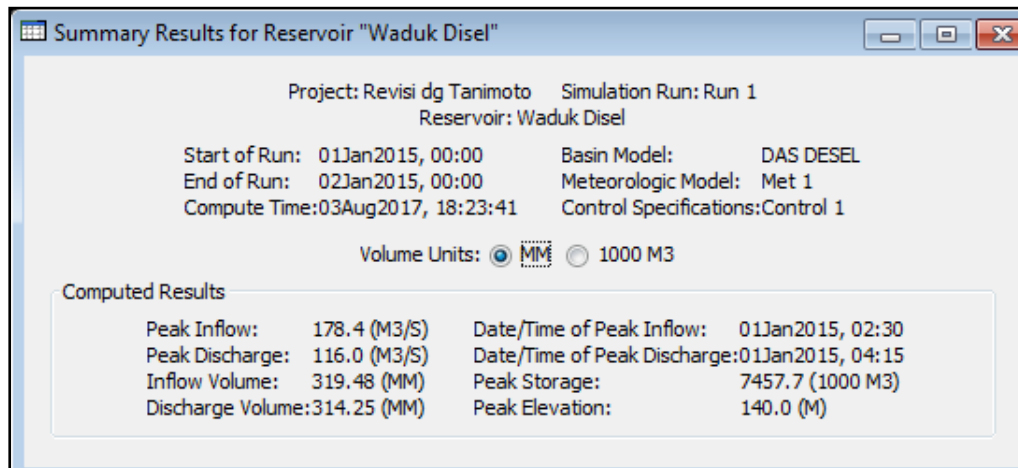
No	Kala Ulang (tahun)	Hujan Rencana (mm)
1	2	125
2	5	175
3	10	214
4	20	250
5	50	319
6	100	372
7	200	432
8	1000	600

Berdasarkan analisis hidrologi yang dilakukan, kemudian dihitung debit banjir. Perhitungan debit banjir pada Waduk Desel dilakukan dengan pemodelan pada aplikasi HEC-HMS dengan membuat simulasi hidrologi Sungai Beringin beserta Waduk Desel dengan kala ulang 100 tahun. Daerah aliran sungai Waduk Desel dapat dilihat pada Gambar 2. Selain dianalisis dengan kala ulang 100 tahun, dilakukan pula analisis PMF dan PMP untuk keamanan waduk.

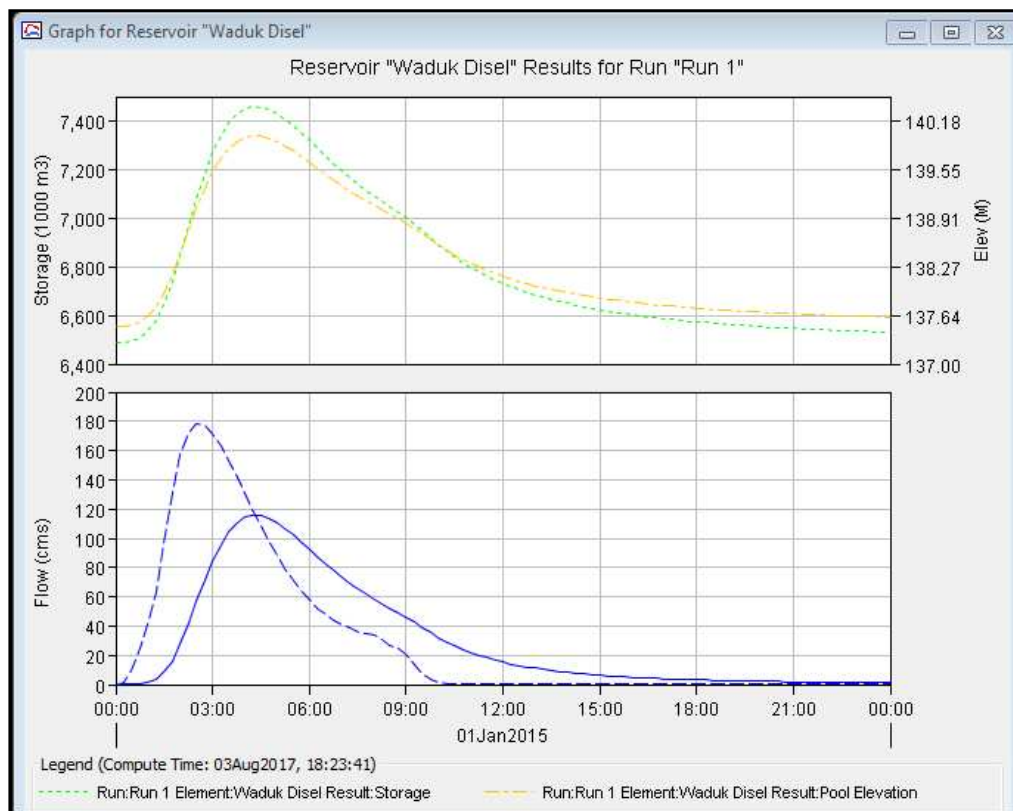


Gambar 2. (a) Daerah Aliran Sungai Waduk Desel dan (b) Pemodelan DAS Waduk Desel

Hasil pemodelan hidrologi dengan menggunakan HEC-HMS diperoleh debit banjir pada Waduk Desel disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.

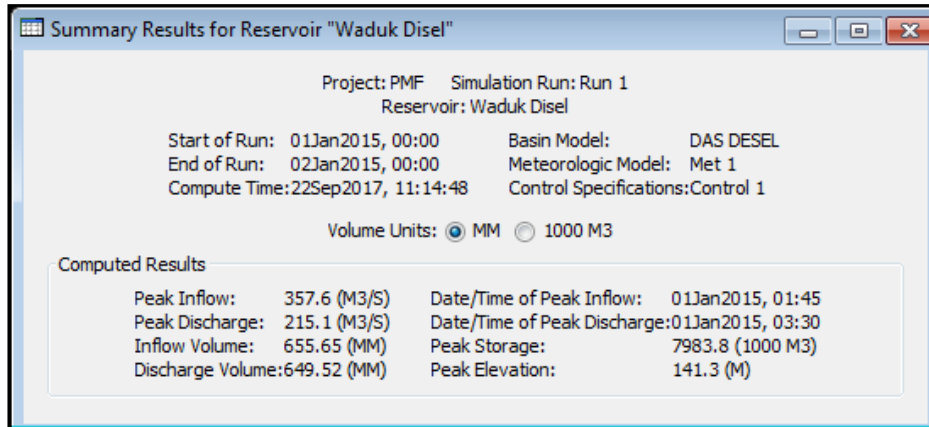


Gambar 3. Hasil *Output* HEC-HMS pada *Reservoir* Waduk Desel

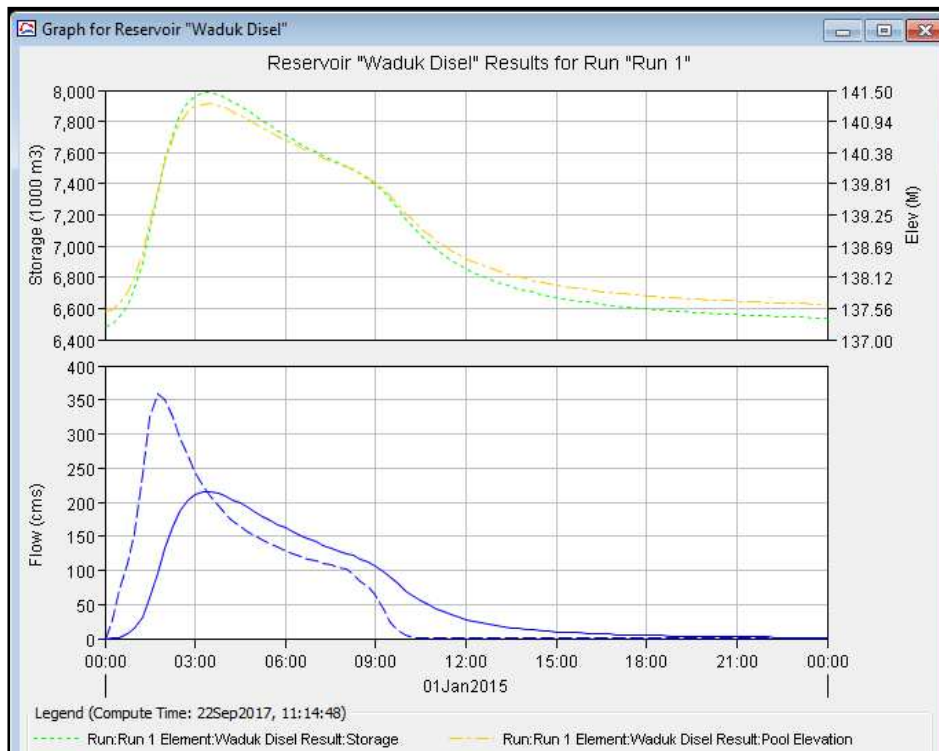


Gambar 4. Grafik *flood routing* dari Waduk Desel

Sedangkan untuk analisis PMF didapatkan hasil analisis dengan tinggi muka air pada ketinggian +141,3 m. Maka kondisi ini aman karena masih dibawah ketinggian puncak bendungan yaitu +145 m. berikut hasil analisis PMF menggunakan HEC-HMS dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Hasil *Output* HEC-HMS pada *Reservoir* Waduk Desel dengan metode PMF



Gambar 6. Grafik *flood routing* dari Waduk Desel dengan Metode PMF

2. Analisis Hidrolika

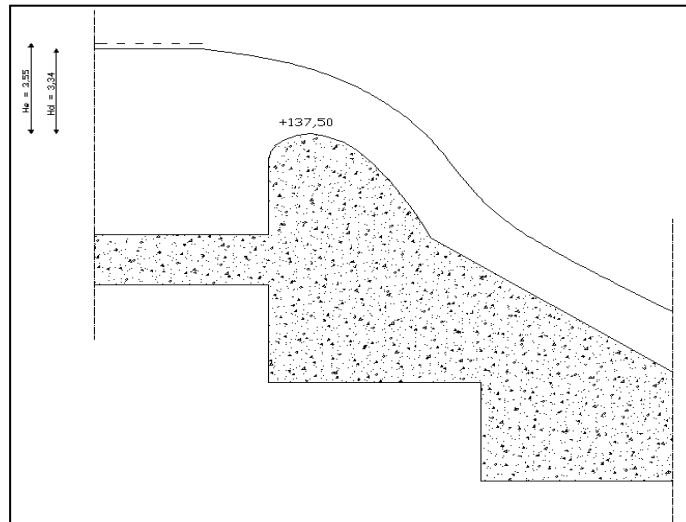
Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui pergerakan air pada tiap bangunan yang akan direncanakan. Bangunan tersebut adalah pelimpah dan saluran pengelak.

Analisis hidrolika pada pelimpah dan saluran pengelak secara garis besar tahapannya adalah sebagai berikut ini.

1. Menentukan lokasi bangunan
2. Menentukan elevasi air pada pelimpah dan pengelak
3. Menentukan dimensi pelimpah dan pengelak

4. Menentukan dimensi bangunan pelengkap
5. Menentukan kekritisitan aliran dan tinggi hidrolis

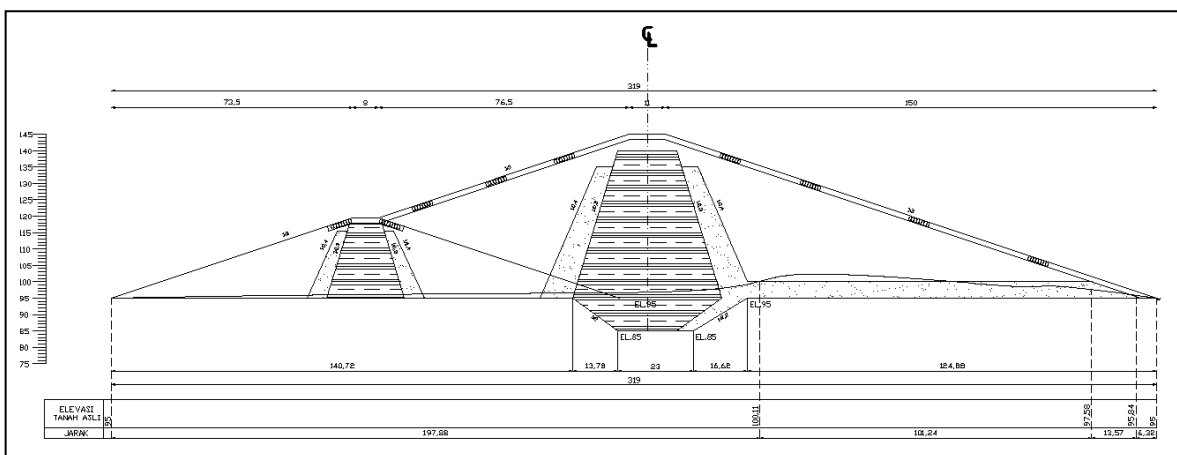
Analisa hidrolis pada pelimpah menggunakan debit banjir sebesar $116,0\text{m}^3/\text{dt}$ dengan periode kala ulang 100 tahun. Sedangkan untuk saluran pengelak menggunakan debit banjir sebesar $108,0\text{m}^3/\text{dt}$ dengan periode kala ulang 20 tahun. Hasil analisis pada mercu pelimpah dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Hasil Analisis Hidrolis Mercu Pelimpah Waduk Desel

PERENCANAAN TEKNIS WADUK

Berdasarkan data yang didapatkan dari analisis data, maka selanjutnya direncanakanlah dimensi bangunan-bangunan yang diperlukan dalam perencanaan waduk. Perencanaan teknis yang dilakukan meliputi perencanaan bendungan, pelimpah, saluran pengelak, dan cofferdam. Rencana penampang dari bendungan Desel dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penampang melintang bendungan Desel

Struktur bendungan tersebut dianalisis stabilitasnya menggunakan aplikasi Plaxis 8.2. hasil analisis stabilitas dari struktur bendungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Stabilitas Struktur Bendungan Desel

No	Kondisi yang dianalisis	SF	Syarat Minimum SF	Keterangan
1	Kondisi Long Storage awal	16,465	1,5	Aman
2	Kondisi muka air normal	15,565	1,5	Aman
3	Kondisi rapid drawdown	16,375	1,3	Aman

KESIMPULAN

Perencanaan Waduk Desel Guna Penanggulangan Banjir Pada Sungai Beringin, Semarang, Jawa Tengah hasilnya sebagai berikut:

1. Debit banjir yang digunakan untuk perencanaan bendungan adalah hasil perhitungan menggunakan aplikasi HEC-HMS yaitu debit banjir Q100 sebesar 116,0 m³/s. Sedangkan untuk perencanaan saluran pengelak menggunakan Q20 sebesar 108,4 m³/s.
2. Waduk Desel mampu menampung air dengan volume 9,192,471.87 m³.
3. Elevasi mercu bendungan adalah +145,00 m dengan elevasi dasar pada elevasi +95,00, serta kemiringan lereng 1:3. Sedangkan untuk elevasi mercu spillway = +137,5 m dengan lebar 20 m.

SARAN

Berikut ini adalah saran yang berkaitan dengan Pengendalian Banjir Sungai Bringin :

1. Diperlukan data yang memadai untuk perencanaan, meliputi data hidrologi, klimatologi, data tanah dan geologi, debit sungai, peta geografis daerah genangan dan penampang sungai, serta data penunjang lainnya.
2. Pengolahan data hidrologi dan debit banjir rencana dalam analisis hidrologi diperlukan kecermatan dan metode yang tepat dan sesuai dengan data yang diperoleh.
3. Penentuan pemilihan struktur waduk harus sesuai dengan data dan kondisi yang ada.
4. Dalam perencanaan dan analisis hendaknya menggunakan referensi yang tepat dan lebih dari satu sebagai pembandingan. Perhitungan dilakukan dengan akurat sesuai dengan kondisi yang ada dan menggunakan banyak metode perhitungan untuk memperoleh hasil yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Dinas PSDA dan ESDM Kota Jawa Tengah, BBWS Pemali Juana, Stasiun Meteorologi Maritim Semarang, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Semarang dan Kantor Proyek Jalan Tol Batang-Semarang Seksi V atas dukungan dan bantuan data sekunder dalam perencanaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadihardaja, Joetata., Dkk. 1997. *Rekayasa Pondasi I (Konstruksi PenahanTanah)*. Gunadarma. Jakarta.
- Hydrologic Engineering Center. 2000. *Hydrolic Modeling System HEC-HMS (Technical Reference Manual)*. U.S. Army Corps of Engineering. Davis.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhiungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. dan Sugiyanto. 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam Sjarief. 2010. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi. Yogyakarta.
- Soedibyo ,Ir. 2003. *Teknik Bendungan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soemarto, C. D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.
- Sosrodarsono, S., Takeda, K. 1989. *Bendungan Type Urugan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Harto, Br. 1981. *Hidrologi Terapan*, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo. Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Beta offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo. Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Beta offset. Yogyakarta.